(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월21일
(11) 등록번호 10-0823644
(24) 등록일자 2008년04월14일

(51) Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0028807
(22) 출원일자 2007년03월23일
심사청구일자 2007년03월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050073780 A
KR1020050108533 A
KR1020060064485 A
WO8801409 A1

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
이상근
서울 동대문구 제기2동 153 안암골 벽산아파트 101동 203호
권윤
서울 성북구 돈암동 풍림아파트 105동 1505호
최재호
서울 마포구 도화2동 현대홈타운 207동 906호
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 변형철

(54) 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법 및 시스템

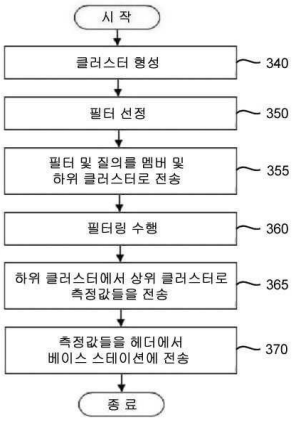
(57) 요 약

센서 네트워크에서 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법 및 시스템이 개시된다.

본 발명은 복수의 센서를 이용하여 헤더 및 상기 헤더에 속하는 멤버들로 구성되는 계층적인 클러스터들을 형성하는 단계; 상기 클러스터들 중 어느 하나의 클러스터의 헤더에 베이스 스테이션으로부터 질의가 수신되면, 상기 헤더에서 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하는 단계; 상기 헤더에서 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 상기 클러스터의 멤버들에 전송하는 단계; 상기 멤버들이 상기 필터에 따라 상기 멤버들에서 측정된 측정값들을 필터링하는 단계; 상기 멤버들이 상기 필터링된 측정값들을 상기 헤더로 전송하는 단계; 및 상기 헤더가 상기 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명에 의하면, 센서 네트워크 환경에서 센서 노드가 효율적으로 파워 사용을 줄일 수 있고, 네트워크 내에서 통신 양을 줄일 수 있으며, 매우 제한된 자원을 가지고 있는 센서 노드에서 효과적이고 효율적으로 스카이라인을 지원하는 것이 가능하다.

대표도 - 도3b



특허청구의 범위

청구항 1

베이스 스테이션으로부터 질의를 수신한 센서인 집계 센서에서, 상기 집계 센서의 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하는 단계;

상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 다른 센서로 전송하는 단계;

상기 다른 센서에서 상기 필터에 따라 상기 다른 센서에서 측정된 측정값들을 필터링하는 단계;

상기 다른 센서에서 상기 필터링된 측정값들을 상기 집계 센서로 전송하는 단계; 및

상기 집계 센서가 상기 집계 센서에서 측정된 측정값들 및 상기 다른 센서로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계를 포함하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 필터로 선정하는 단계는

상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 필터로 선정하는 단계는

상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우, 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계는

상기 집계 센서가 상기 집계 센서에서 측정된 측정값들 및 상기 다른 센서로부터 수신된 측정값들에 망내 병합 방법을 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 5

복수의 센서를 이용하여 헤더 및 상기 헤더에 속하는 멤버들로 구성되는 계층적인 클러스터들을 형성하는 단계;

상기 클러스터들 중 어느 하나의 클러스터의 헤더에 베이스 스테이션으로부터 질의가 수신되면, 상기 헤더에서 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하는 단계;

상기 헤더에서 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 상기 클러스터의 멤버들에 전송하는 단계;

상기 멤버들이 상기 필터에 따라 상기 멤버들에서 측정된 측정값들을 필터링하는 단계;

상기 멤버들이 상기 필터링된 측정값들을 상기 헤더로 전송하는 단계; 및

상기 헤더가 상기 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계를 포함하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 클러스터의 멤버들에 전송하는 단계는

상기 멤버들이 속한 클러스터보다 하위 클러스터가 존재하면, 상기 헤더에서 선정된 필터를 상기 질의와 함께 상기 하위 클러스터에 전송하는 단계를 포함하고,

상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계는

상기 헤더가 속한 클러스터보다 상위 클러스터가 존재하면, 상기 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 헤더의 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 상위 클러스터로부터 수신되는 필터로 필터링하여 상기 상위 클러스터의 헤더에 전송하는 단계를 포함하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 필터로 선정하는 단계는

상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 필터로 선정하는 단계는

상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우, 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계는

상기 헤더가 상기 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 멤버들로부터 수신된 측정값들에 망내 병합 방법을 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법.

청구항 10

베이스 스테이션으로부터 질의를 수신하고, 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하며, 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 복수의 센서로 전송하고, 상기 측정된 측정값들 및 상기 복수의 센서로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 집계 센서;

상기 선정된 필터와 상기 질의를 수신하고, 측정된 측정값들을 상기 필터에 따라 필터링하고, 상기 필터링된 측정값들을 상기 집계 센서로 전송하는 복수의 센서; 및

상기 집계 센서에 질의를 전송하고, 상기 질의에 대한 응답으로 상기 집계 센서로부터 측정값들을 수신하는 베이스 스테이션을 포함하고,

상기 집계 센서는

상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템.

청구항 11

복수의 센서가 헤더 및 상기 헤더에 속하는 멤버들을 구성하는 계층적인 클러스터들을 포함하는 시스템에 있어서,

상기 클러스터들 중 상위 클러스터는

베이스 스테이션으로부터 질의를 수신하고, 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하며, 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 복수의 멤버 및 하위 클러스터의 헤더로 전송하고, 상기 측정된 측정

값들 및 상기 복수의 멤버 및 상기 하위 클러스터로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 헤더; 및

상기 선정된 필터와 상기 질의를 수신하고, 측정된 측정값들을 상기 필터에 따라 필터링하고, 상기 필터링된 측정값들을 상기 헤더로 전송하는 복수의 멤버를 포함하고,

상기 클러스터들 중 하위 클러스터는

상기 하위 클러스터의 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 하위 클러스터의 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 상위 클러스터로부터 수신되는 필터로 필터링하여 상기 상위 클러스터에 전송하고,

상기 헤더는

상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<11> 본 발명은 센서 네트워크에 관한 것으로, 특히, 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법 및 시스템에 관한 것이다.

<12> 무선 센서 네트워크를 구성하는 각각의 노드들은 매우 한정된 에너지를 사용하여 장시간 동작할 수 있어야 한다. 각 노드들은 데이터 처리, 데이터 저장, 데이터 통신 등의 기능을 수행하기 위해 에너지를 소모한다. 리소스 제한을 받는 무선 센서 네트워크에서 배터리를 절약하는 방법은 중요하다. 특히, 데이터 통신에서 가장 많은 에너지가 소모되기 때문에 통신비용을 줄이기 위한 데이터 병합(aggregation)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

<13> 종래의 병합(aggregation) 방법들은 일차원 데이터에서 MIN, MAX 등 질의를 지원한다. 다차원 데이터는 위에 언급한 질의를 해결할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 스카이라인 질의가 사용되어 진다.

<14> 최근에 이동 객체의 위치 정보를 활용한 위치기반서비스(Location-based Services : LBS)에 대한 관심이 급증하고 있고, 다양한 서비스들이 연구되고 있다. 종래의 이동 객체에 대한 위치 의존 질의(Location-dependent Query)들은 단순히 대상 객체와의 거리만을 고려하고, 스카이라인 질의(Skyline Query)는 질의의 위치와 무관한 대상 객체의 정적인 속성만을 고려한다. 이동 객체에 대한 스카이라인 질의는 스카이라인 질의의 다중 속성과 이동 객체의 동적인 속성인 대상 객체와의 거리를 고려해야 하기 때문에 이동 객체의 위치 변경에 따른 연속적인 질의가 발생한다.

<15> 즉, 스카이라인 질의는 모든 차원에서 다른 점들에 의하여 지배되지 않는 관심 있는 데이터 점들의 집합을 반환한다. 현존하는 알고리즘의 대부분은 중앙집중적인 데이터베이스에서의 스카이라인 컴퓨테이션에 초점을 두고 있고 그들 중의 일부는 일괄처리 상태로 전부를 반환하기보다는 확인된 스카이라인 점들을 점진적으로 반환한다.

<16> 스카이라인 질의를 수행하는 방법들 중 대표적으로 BNL, D&Q, SFS, Bitmap, NN, BBS 등의 방법들이 있다. 이러한 종래의 대분의 연구들은 중앙집중식 데이터베이스에서 질의 프로세싱 방법이다. 중앙집중식 질의 수행 방법은 센서 네트워크에 모든 데이터를 센서가 보내야 하기 때문에 센서 노드가 많은 에너지 소비를 하게 된다.

<17> 도 1a 및 도 1b는 센서 네트워크에서 스카이라인 질의를 수행하기 위하여 망내 병합(in-network aggregation) 방법을 적용한 예이다.

<18> 도 1a에서 박스는 베이스스테이션, 원은 센서, 테이블은 각 센서에 저장된 측정 값이며, 도 1b에서 A11은 센서(S1)이 기간 1에 측정한 값을 의미한다.

<19> 베이스 스테이션(BS)부터 송신된 스카이라인 질의는 센서1(S1)을 통하여 센서2(S2)까지 도달한다. 센서1, 2는

각각의 저장장소에 저장된 데이터에 질의를 수행하여 베이스 스테이션으로 보낸다. 센서2는 질의 수행 후 결과로 기간 1, 2 ,3에 측정한 모든 값 (A21, A22, A23)을 센서1에 보낸다. 센서1은 자신의 저장장치에 있는 데이터의 질의 결과 값인 기간 1, 2에 측정한 값(A11, A12)과 센서2로부터 받은 데이터에 질의를 수행하여 결과 값(A21, A22, A23)으로 센서1에서 기간 1,2에 측정된 값과 센서2에서 기간 2에 측정된 값을 베이스 스테이션으로 보낸다. 이러한 방법으로 센서1은 센서2에서 기간 1,2에 측정된 값을 보내지 않으므로 에너지를 절약하게 된다.

<20> 도 1a에서 최종 질의 결과는 센서1에서 기간 1, 3에 측정된 값과 센서 2에서 기간 2에 측정된 값이다. 센서2에서 기간 1,3에 측정된 값이 센서1에 불필요하게 보내지고 있다.

<21> 따라서, 종래의 스카이라인 질의 수행 방법은 불필요한 무선 통신을 위하여 에너지를 사용하고, 필터 선정 방법이 효율적이지 못하고, 센서 네트워크 환경에서 센서 노드가 효율적으로 파워를 사용할 수 없는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 센서 네트워크 환경에서 센서 노드가 효율적으로 파워 사용을 줄일 수 있고, 네트워크 내에서 통신 양을 줄일 수 있으며, 매우 제한된 자원을 가지고 있는 센서 노드에서 효과적이고 효율적으로 스카이라인을 지원하는 것이 가능한 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법을 제공하는 데 있다.

<23> 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 상기의 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법이 적용된 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

<24> 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 베이스 스테이션으로부터 질의를 수신한 센서인 집계 센서에서, 상기 집계 센서의 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하는 단계; 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 다른 센서로 전송하는 단계; 상기 다른 센서에서 상기 필터에 따라 상기 다른 센서에서 측정된 측정값들을 필터링하는 단계; 상기 다른 센서에서 상기 필터링된 측정값들을 상기 집계 센서로 전송하는 단계; 및 상기 집계 센서가 상기 집계 센서에서 측정된 측정값들 및 상기 다른 센서로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계를 포함하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법을 제공한다.

<25> 또한, 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 복수의 센서를 이용하여 헤더 및 상기 헤더에 속하는 멤버들로 구성되는 계층적인 클러스터들을 형성하는 단계; 상기 클러스터들 중 어느 하나의 클러스터의 헤더에 베이스 스테이션으로부터 질의가 수신되면, 상기 헤더에서 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하는 단계; 상기 헤더에서 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 상기 클러스터의 멤버들에 전송하는 단계; 상기 멤버들이 상기 필터에 따라 상기 멤버들에서 측정된 측정값들을 필터링하는 단계; 상기 멤버들이 상기 필터링된 측정값들을 상기 헤더로 전송하는 단계; 및 상기 헤더가 상기 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 단계를 포함하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법을 제공한다.

<26> 한편, 상기의 두번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 베이스 스테이션으로부터 질의를 수신하고, 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하며, 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 복수의 센서로 전송하고, 상기 측정된 측정값들 및 상기 복수의 센서로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 집계 센서; 상기 선정된 필터와 상기 질의를 수신하고, 측정된 측정값들을 상기 필터에 따라 필터링하고, 상기 필터링된 측정값들을 상기 집계 센서로 전송하는 복수의 센서; 및 상기 집계 센서에 질의를 전송하고, 상기 질의에 대한 응답으로 상기 집계 센서로부터 측정값들을 수신하는 베이스 스테이션을 포함하고, 상기 집계 센서는 상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템을 제공한다.

<27> 또한, 상기의 두번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 복수의 센서가 헤더 및 상기 헤더에 속하는 멤버들을 구성하는 계층적인 클러스터들을 포함하는 시스템에 있어서, 상기 클러스터들 중 상위 클러스터는 베이스 스테이션으로부터 질의를 수신하고, 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정하며, 상기 선정된 필터를 상기 질의와 함께 복수의 멤버 및 하위 클러스터의 헤더로 전송하고, 상기 측정된 측정값들 및 상기 복수의 멤버 및 상기 하위 클러스터로부터 수신된 측정값들을 상기 베이스 스테이션에 전송하는 헤더; 및 상기 선정된 필터와 상기 질의를 수신하고, 측정된 측정값들을 상기 필터에 따라 필터링하고, 상기 필터링된 측

정값들을 상기 헤더로 전송하는 복수의 멤버를 포함하고, 상기 클러스터들 중 하위 클러스터는 상기 하위 클러스터의 헤더에서 측정된 측정값들 및 상기 하위 클러스터의 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상기 상위 클러스터로부터 수신되는 필터로 필터링하여 상기 상위 클러스터에 전송하고, 상기 헤더는 상기 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 상기 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 상기 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 것을 특징으로 하는 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템을 제공한다.

<28> 본 발명은 무선 센서 네트워크 내에서 스카이라인 질의 수행 중 발생하는 트래픽을 줄임으로서 센서의 배터리 소모를 줄이기 위한 기법을 제공한다.

<29> 센서 네트워크에서 센서 노드들은 배터리, 프로세싱, 통신, 저장 능력 등에서 심각한 리소스 제한을 가진다. 배터리를 효율적으로 사용하는 방법은 센서 네트워크의 수명을 연장시키는 중요한 요소이다. 센서 네트워크에서 배터리는 통신에 가장 많은 파워를 사용한다. 이에 본 발명은 센서 노드가 스카이라인 탐색을 위해 배터리를 효율적으로 사용하기 위하여 통신 양을 줄인다.

<30> 본 발명에서는 무선 센서 네트워크에서 스카이라인을 지원하기 위한 클러스터 기반의 필터링 기법을 제공한다. 앞으로의 설명의 일관성을 유지하기 위하여 낮은 값을 우세한 값으로 가정하고 설명한다.

<31> 센서 네트워크에서 스카이라인 질의를 에너지 효율적으로 수행하기 망내 병합(in-network aggregation) 방법을 적용할 수 있다.

<32> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<33> 도 2a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템의 블럭도이다.

<34> 베이스 스테이션(200)은 집계 센서(210)에 질의를 전송하고, 질의에 대한 응답으로 집계 센서(210)로부터 측정값들을 수신한다.

<35> 집계 센서(210)는 베이스 스테이션(200)으로부터 질의를 수신한다. 집계 센서(210)는 센서 네트워크에 존재하는 센서들 중 베이스 스테이션(200)으로부터 질의를 수신한 임의의 센서로 정의할 수 있다.

<36> 또한, 집계 센서(210)는 자체적으로 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정한다. 바람직하게는, 집계 센서(210)는 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하도록 구성될 수 있다.

<37> 집계 센서(210)는 선정된 필터를 질의와 함께 복수의 센서(221-229)로 전송하고, 복수의 센서(221-229)로부터 측정값들이 수신되면, 수집된 측정값 즉, 자체적으로 측정된 측정값들 및 복수의 센서(221-229)로부터 수신된 측정값들을 베이스 스테이션(200)에 전송한다. 바람직하게는, 집계 센서(210)는 수집된 측정값들에 어그리게이션 방법을 적용할 수 있다.

<38> 복수의 센서(221-229)는 집계 센서(210)에서 선정된 필터와 질의를 수신하고, 복수의 센서(221-229)에서 측정된 측정값들을 집계 센서(210)에서 선정된 필터에 따라 필터링하고, 필터링된 측정값들을 집계 센서(210)로 전송한다.

<39> 도 2b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템의 블럭도이다.

<40> 도 2b의 시스템은 복수의 센서(231-249)가 헤더(231, 241) 및 헤더(231, 241)에 속하는 멤버들(232-239, 242-249)을 구성하는 계층적인 클러스터들(230, 240)을 포함한다. 본 발명에서, 복수의 센서(231-249)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자가 이용하려는 목적에 적합한 센싱 장치, 베터리, 무선 통신 수단을 포함한다. 이때, 센싱 장치는 온도계, 기체 농도 측정 장치 등을 포함할 수 있다.

<41> 클러스터들(230, 240)은 상위 클러스터(230)와 하위 클러스터(240)으로 나뉜다. 도 2b에는 생략되어 있지만, 하위 클러스터(240)가 또다른 하위 클러스터를 갖을 수 있다.

<42> 상위 클러스터(230)의 헤더(231)는 베이스 스테이션(200)으로부터 질의를 수신한다. 헤더(231, 241)는 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정한다. 바람직하게는, 헤더(231, 241)는 속성값의 합이

최소인 측정값이 복수개인 경우에는 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하고, 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하도록 구성될 수 있다.

<43> 상위 클러스터(230)의 헤더(231)는 선정된 필터를 질의와 함께 복수의 멤버들(232-239)로 전송하고, 헤더(231)가 하위 클러스터(240)를 갖는 경우, 헤더(231)에서 선정된 필터를 하위 클러스터(240)의 헤더(241)에 전송한다.

<44> 하위 클러스터(240)의 헤더(241)는 선정된 필터를 질의와 함께 복수의 멤버들(242-249)로 전송한다.

<45> 복수의 멤버(232-239, 242-249)는 헤더(231, 241)에 의해 선정된 필터와 질의를 수신하고, 측정된 측정값들을 수신된 필터에 따라 필터링한다. 복수의 멤버(232-239, 242-249)는 필터링된 측정값들을 헤더(231, 241)로 전송한다.

<46> 상위 클러스터의 헤더(231)는 측정된 측정값들 및 복수의 멤버(232-239) 및 하위 클러스터(240)로부터 수신된 측정값들을 베이스 스테이션에 전송한다. 바람직하게는, 상위 클러스터의 헤더(231)는 수집된 측정값들에 어그리게이션 방법을 적용할 수 있다.

<47> 하위 클러스터(240)는 헤더(241)에서 측정된 측정값들 및 멤버들(242-249)로부터 수신된 측정값들을 상위 클러스터(230)로부터 수신되는 필터로 필터링하여 상위 클러스터(230)의 헤더(231)에 전송한다.

<48> 도 3a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법의 흐름도이다.

<49> 먼저, 베이스 스테이션으로부터 질의를 수신한 센서인 집계 센서에서, 집계 센서의 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정한다(310 과정). 바람직하게는, 이 과정(310 과정)은 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하는 과정 및 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 과정을 포함할 수 있다.

<50> 다음, 선정된 필터를 질의와 함께 다른 센서로 전송한다(315 과정).

<51> 다음, 다른 센서에서 측정된 측정값들을 수신된 필터에 따라 필터링한다(320 과정).

<52> 필터링이 완료되면, 다른 센서에서 필터링된 측정값들을 집계 센서로 전송한다(325 과정).

<53> 마지막으로, 집계 센서가 집계 센서에서 측정된 측정값들 및 다른 센서로부터 수신된 측정값들을 베이스 스테이션에 전송한다(330 과정). 바람직하게는, 이 과정(330 과정)은 집계 센서가 집계 센서에서 측정된 측정값들 및 다른 센서로부터 수신된 측정값들에 망내 병합 방법을 적용하는 과정을 포함할 수 있다.

<54> 도 3b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법의 흐름도이다.

<55> 먼저, 복수의 센서를 이용하여 헤더 및 헤더에 속하는 멤버들로 구성되는 계층적인 클러스터들을 형성한다(340 과정).

<56> 다음, 클러스터들 중 어느 하나의 클러스터의 헤더에 베이스 스테이션으로부터 질의가 수신되면, 헤더에서 측정된 측정값들 중 속성값의 합이 최소인 측정값을 필터로 선정한다(350 과정). 바람직하게는, 이 과정(350 과정)은 속성값의 합이 최소인 측정값이 복수개인 경우에는 속성값의 곱이 최대인 측정값을 필터로 선정하는 과정 및 속성값의 곱이 최대인 측정값이 복수개인 경우에는 측정값들 중 가장 먼저 측정된 값을 필터로 선정하는 과정을 포함할 수 있다.

<57> 다음, 헤더에서 선정된 필터를 질의와 함께 클러스터의 멤버들 및 하위 클러스터에 전송한다(355 과정).

<58> 다음, 멤버들 및 하위 클러스터의 헤더가 멤버들 및 하위 클러스터에서 측정된 측정값들을 필터에 따라 필터링한다(360 과정).

<59> 필터링이 완료되면, 멤버들이 필터링된 측정값들을 헤더로 전송한다(365 과정).

<60> 마지막으로, 헤더가 헤더에서 측정된 측정값들 및 멤버들 및 하위 클러스터로부터 수신된 측정값들을 베이스 스테이션에 전송한다(370 과정). 바람직하게는, 이 과정(370 과정)은 헤더가 속한 클러스터보다 상위 클러스터가 존재하면, 헤더에서 측정된 측정값들 및 헤더의 멤버들로부터 수신된 측정값들을 상위 클러스터로부터 수신되는 필터로 필터링하여 상위 클러스터의 헤더에 전송하는 과정을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 이 과정(370 과정)은 수집된 측정값들에 망내 병합 방법을 적용하는 과정을 포함할 수 있다.

<61> 도 4a는 도 3a의 필터 선정 과정(310 과정)의 일 예를 도시한 것이고, 도 4b는 도 3a의 필터링 수행 과정(320

과정)의 일 예를 도시한 것이다.

<62> 도 4a 및 도 4b는 위에 설명한 필터를 이용한 필터링 기법의 예제이다. 베이스 스테이션으로 부터 질의를 받은 S1은 선정 기준에 의거하여 A13을 필터로 선정하고 A13를 질의와 함께 S2에 보낸다. S2의 결과 값 중 A23 과 A21은 필터에 의하여 제거되므로 A22만을 S1에 보낸다. 즉, 도 4b에서, A23 과 A21은 필터 A13에 의해 필터링되는 영역에 존재하기 때문에 필터링된다. 이때, 필터링되는 영역은 도 4b에서 표시된대로, 각각의 속성값이 필터 A13의 속성값들보다 같거나 크게되는 영역이다. S1은 망내 병합(in-network aggregation)을 수행하지만 우열을 가릴 수 없기 때문에 A11, A13, A22를 베이스 스테이션으로 보낸다. 이러한 방법으로 S2에서 S1으로 불필요한 통신을 감소시켜서 에너지를 절약하게 된다.

<63> 일반적으로 센서 네트워크에서 유사한 지역에 위치한 센서는 유사한 값을 측정한다. 이러한 특성을 이용하여 본 발명에서는 클러스터링 기법을 이용하였다. 클러스터링을 통하여 센서 네트워크 내에 있는 모든 노드가 필터를 선정하고 이웃하는 노드에게 질의와 함께 필터를 보내는 비용을 절약할 수 있다. 본 발명에서는 종래의 제안된 센서 네트워크에서의 클러스터링 방법을 채용하였다. 각 클러스터의 헤더는 필터를 선정하고 망내 병합(in-network aggregation)을 수행하는 역할을 한다.

<64> 도 5는 도 3b의 필터 선정 과정(350 과정) 및 필터링 수행 과정(360 과정)의 일 예를 도시한 것이다.

<65> 도 5는 본 발명이 제시하는 클러스터 기반의 필터링 기법의 예제이다. 점선원은 클러스터, 큰 원은 클러스터의 헤더, 작은 원은 클러스터 멤버를 의미한다. BS으로부터 질의를 받은 S1은 필터 선정 기준에 의거하여 A13를 필터로 선정한다. S1은 필터를 포함한 질의를 S2, S3에 보낸다. S2는 자신의 저장 장소에서 필터의 후보로 A23를 선정한다. S2는 필터 선정 기준에 의거하여 A13와 A23중 A23를 필터로 채택하고 S4, S5에 보낸다. S4는 A42, A43를, S5는 A52, A53를 각각 질의에 대한 결과 값으로 선정하지만 필터에 의하여 제거된다. S2는 자신의 질의 결과 값 중 필터에 의하여 제거되는 값이 없으므로 A22, A23를 S1에게 보낸다. S3는 질의 결과 값 중 필터링된 A32를 S1에 보낸다. S1은 자신의 질의 결과 값인 A12, A13 와 A22, A23, A32를 망내 병합(in-network aggregation)을 통하여 불필요한 데이터의 전송을 방지한다. 따라서 S1은 A13, A22, A23을 결과 값으로 BS에 보낸다.

<66> 도 6은 도 3b에 적용되는 알고리즘의 일 예를 도시한 것이다.

<67> 이하에서, i는 클러스터에 대한 인덱스이고, p는 측정값을 구성하는 속성값이며, MFT는 측정값들을 필터링하기 위한 필터이고, prod는 $\prod_{j=1}^{m} p_j$ 값 중 최대값을 저장하는 임시 변수이며, l 은 LS_i 의 원소이다.

<68> 라인 1은 자신의 buffer 내에 있는 데이터를 $\sum_{j=1}^{m} p_j$ 의 오름 차순으로 정렬하는 과정을 나타낸다.

<69> 라인 2 내지 5는 $\min(\sum_{j=1}^{m} p_j)$ 값이 복수개 있을 때 처리과정을 나타낸다.

<70> 라인 3 내지 4는 $\prod_{j=1}^{m} p_j$ 값 중 최대값을 선정하는 과정을 나타낸다.

<71> 라인 5는 $\prod_{j=1}^{m} p_j$ 중 최대값을 가지는 원소A_{it} 를 MFT_i 로 선정하는 과정을 타나낸다.

<72> 라인 6 내지 8은 MFT_i를 업데이트하는 과정을 나타낸다.

<73> 라인은 10은 질의 포워딩(query forwarding) 과정을 나타낸다.

<74> 라인 11 내지 15는 로컬 스카이라인 처리(local skyline processing)를 나타낸다.

<75> 이 중 라인 13은 측정값 A_{it}가 LS_i 의 원소가 될 수 없으면 skip=true로 설정한다. 라인 15에서는 skip != true 이면 측정값 A_{it} 를 LS_i 에 삽입한다.

<76> 라인 16은 설정된 기간동안 맴버와 라우팅 경로에 있는 해더로부터 로컬(local) 결과를 수집하는 과정을 나타낸다.

<77> 라인 17은 수집한 데이터와 자신의 결과를 어그리게이션(aggregation)하는 과정을 나타낸다.

<78> 이하에서는 본 발명의 성능 평가를 통한 실험 측정값을 설명한다.

<79> 도 7 내지 도 9b는 본 발명 및 종래의 스카이 라인 질의 수행 방법에 따른 에너지 효율을 나타낸 그래프이다.

<80> 본 발명의 필터의 성능을 평가하기 위하여 이동 애드 혹 환경에서 제안된 필터와 비교하였다. 본 발명의 성능 평가를 위해서 그래프 상에 aggregation으로 표시된 망내 병합(in-network aggregation) 방법과 비교하였다. 또한, 본 발명과 비교되는 종래의 방법인 filter-size의 성능 그래프도 같이 표시하였다. 본 발명에 따른 스카이라인 질의 수행 방법은 필터만을 이용하는 경우 즉, MFT와 필터와 클러스터링 기법을 이용하는 경우 즉, MFT-HA를 표시하였다.

<81> 측정된 수치는 각 센서 노드에서 질의를 수행한 후 모든 결과를 베이스 스테이션으로 보내는 방법을 기준으로 얼마나 에너지를 절약하는가를 보여준다.

<82> 도 7a는 데이터의 차원에 따른 성능비교를 나타낸다. 이 도면에서 본 발명에서 제안하는 방법이 우세함을 보여준다. 비교되는 필터와 달리 본 발명의 필터는 필터의 영향을 받는 노드들이 필터를 선정한 노드가 가지는 데이터에 영향을 받지 않으므로 더 나은 성능을 보여주고 있다. 본 발명은 이러한 필터링을 사용하였기 때문에 망내 병합(in-network aggregation)보다 우수한 성능을 보여준다. 차원이 높아짐에 따라 모든 차원에서 우수한 필터를 선정하기 어려워서 에너지 절약율이 낮아지게 된다.

<83> 도 8a 및 도 8b에서 노드의 숫자에 따른 성능비교를 나타낸다. 도 8a는 2차원 데이터, 도 8b는 4차원 데이터를 각각 적용한 성능비교 이다. 도 8a에서는 필터의 성능은 유사하나 본 발명이 망내 병합(in-network aggregation) 보다 우수함을 보여준다. 노드의 수가 증가함에 따라 많은 클러스터가 생겨나고 클러스터 내에 많은 수의 멤버가 포함되어 필터의 에너지 절약하는 비율이 증가한다. 도 8b에서는 높은 차원의 데이터에서 여전히 본 발명의 필터가 효율적임이 나타난다.

<84> 도 9a 및 도 9b는 각 센서 노드의 측정기간에 따른 성능을 보여준다. 도 9a는 2차원 데이터, 도 9b는 4차원 데이터를 적용한 성능비교이다. 도 9a에서는 기간이 길어지면 많은 데이터를 필터링 하게 되어 좋은 성능이 나타난다.

<85> 바람직하게는, 본 발명의 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록하여 제공할 수 있다.

<86> 본 발명은 소프트웨어를 통해 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.

<87> 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(hard disk), 광데이터 저장장치 등이 있다.

<88> 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<89> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<90> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 센서 네트워크 환경에서 센서 노드가 효율적으로 파워 사용을 줄일 수 있고, 네트워크 내에서 통신 양을 줄일 수 있으며, 매우 제한된 자원을 가지고 있는 센서 노드에서 효과적이고 효율적으로 스카이라인을 지원하는 것이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1a 및 도 1b는 종래의 망내 병합(in-network aggregation)의 일 예를 도시한 것이다.

<2> 도 2a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템의 블럭도이다.

<3> 도 2b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 시스템의 블럭도이다.

<4> 도 3a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법의 흐름도이다.

<5> 도 3b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 필터를 적용한 스카이라인 질의 수행 방법의 흐름도이다.

<6> 도 4a는 도 3a의 필터 선정 과정의 일 예를 도시한 것이다.

<7> 도 4b는 도 3a의 필터링 수행 과정의 일 예를 도시한 것이다.

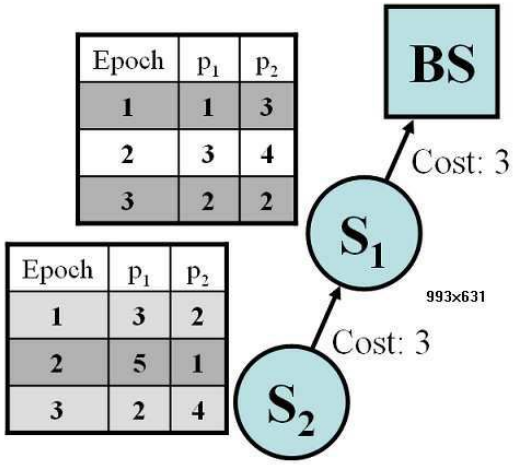
<8> 도 5는 도 3b의 필터 선정 과정 및 필터링 수행 과정의 일 예를 도시한 것이다.

<9> 도 6은 도 3b에 적용되는 알고리즘의 일 예를 도시한 것이다.

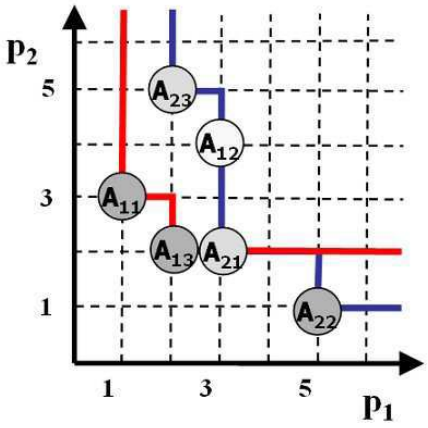
<10> 도 7 내지 도 9b는 본 발명 및 종래의 스카이 라인 질의 수행 방법에 따른 에너지 효율을 나타낸 그래프이다.

도면

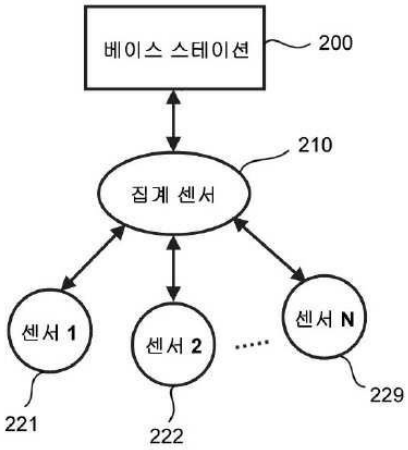
도면1a



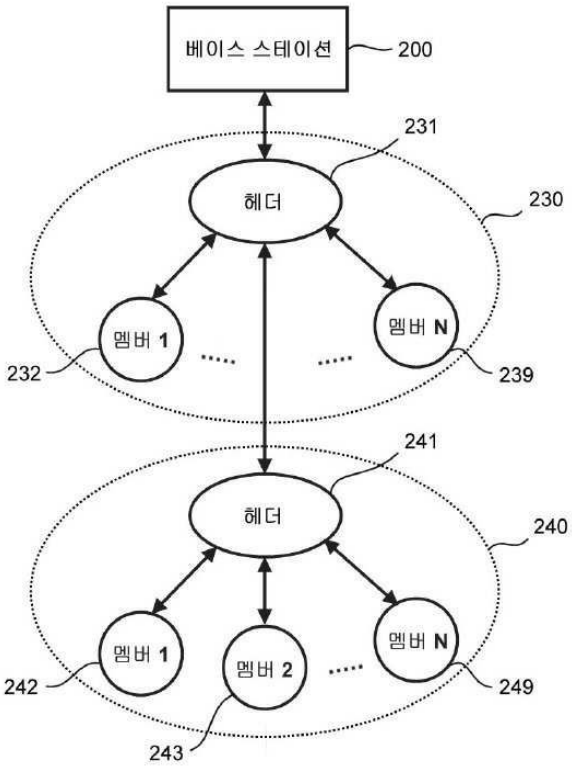
도면1b



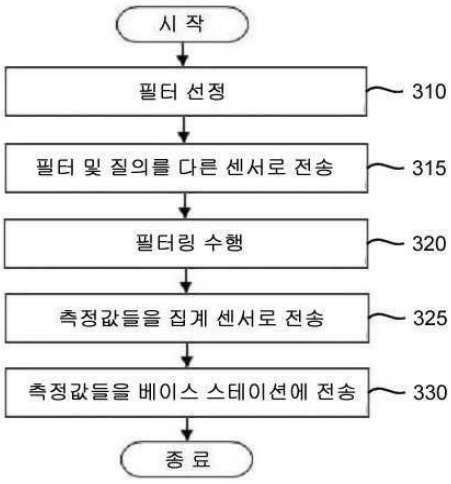
도면2a


베이스 스테이션
200
210
집계 센서
센서 1
센서 2
센서 N
221
222
229

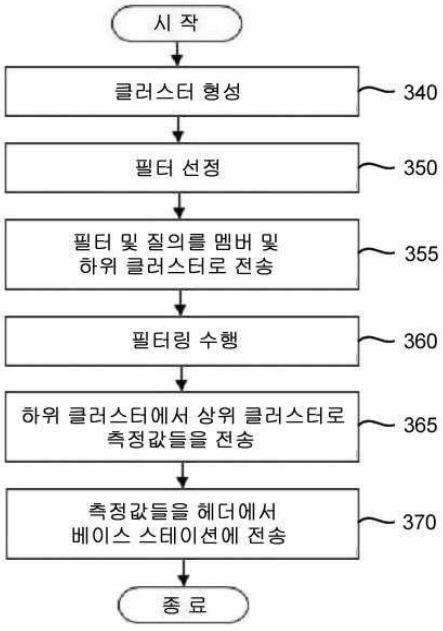
도면2b


베이스 스테이션
200
231
헤더
230
멤버 1
멤버 N
232
239
241
헤더
240
멤버 1
멤버 2
멤버 N
242
243
249

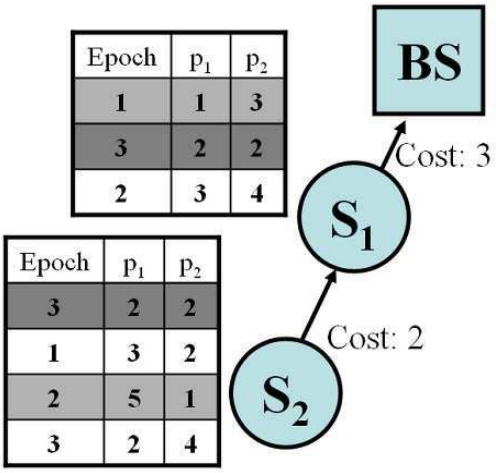
도면3a


시 작
필터 선정
310
필터 및 질의를 다른 센서로 전송
315
필터링 수행
320
측정값들을 집계 센서로 전송
325
측정값들을 베이스 스테이션에 전송
330
종 료

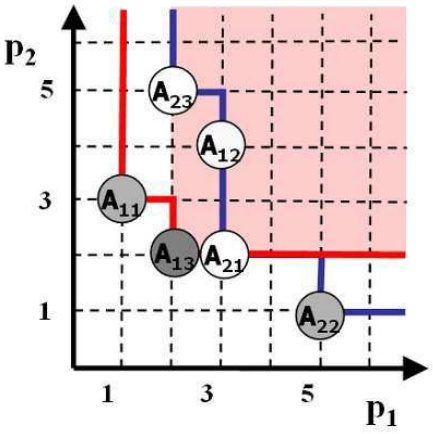
도면3b


시 작
클러스터 형성
340
필터 선정
350
필터 및 질의를 멤버 및
하위 클러스터로 전송
355
필터링 수행
360
하위 클러스터에서 상위 클러스터로
측정값들을 전송
365
측정값들을 헤더에서
베이스 스테이션에 전송
370
종 료

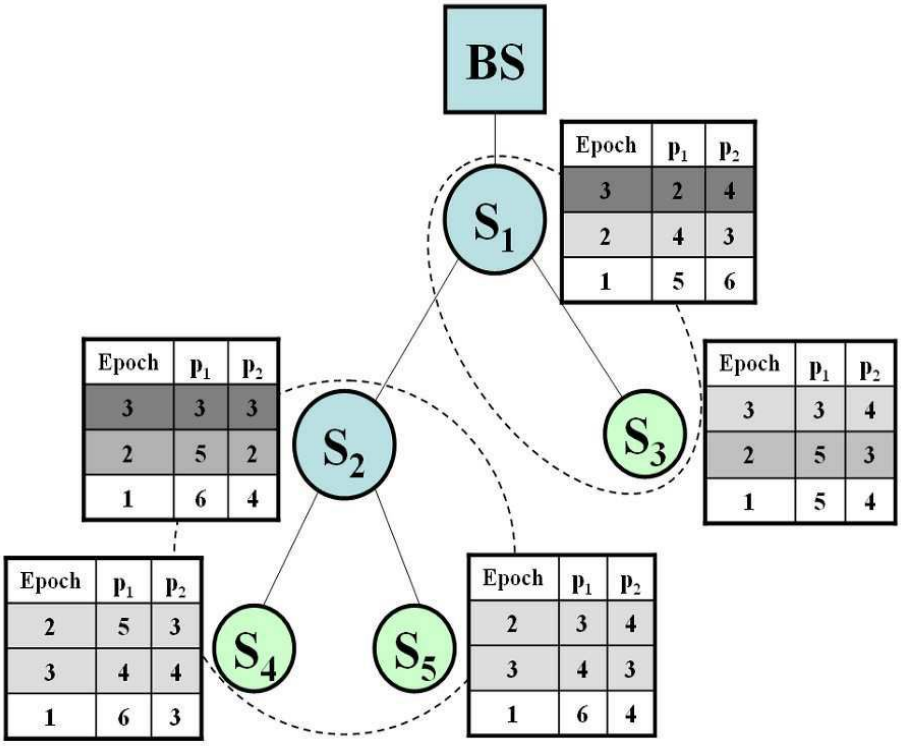
도면4a


Epoch
p_1
p_2
1
1
3
3
2
2
2
3
4
BS
Cost: 3
S_1
Epoch
p_1
p_2
3
2
2
1
3
2
2
5
1
3
2
4
Cost: 2
S_2

도면4b


p_2
5
3
1
A_{23}
A_{12}
A_{11}
A_{13}
A_{21}
A_{22}
1
3
5
p_1

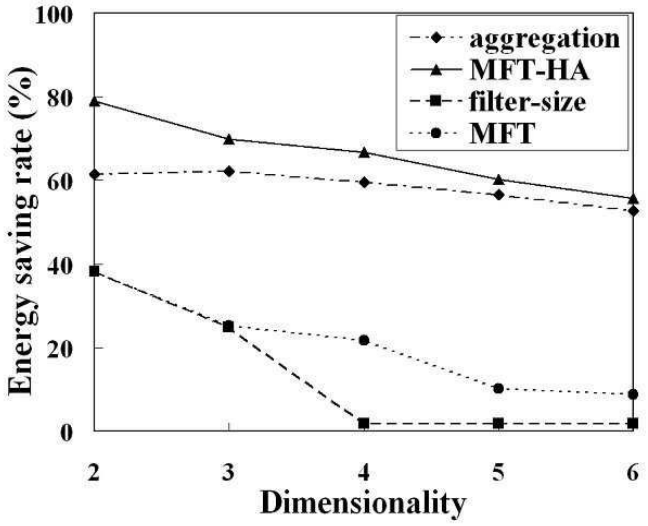
도면5


BS
S1
S2
S3
S4
S5
Epoch p1 p2
3 2 4
2 4 3
1 5 6
Epoch p1 p2
3 3 3
2 5 2
1 6 4
Epoch p1 p2
3 3 4
2 5 3
1 5 4
Epoch p1 p2
2 5 3
3 4 4
1 6 3
Epoch p1 p2
2 3 4
3 4 3
1 6 4

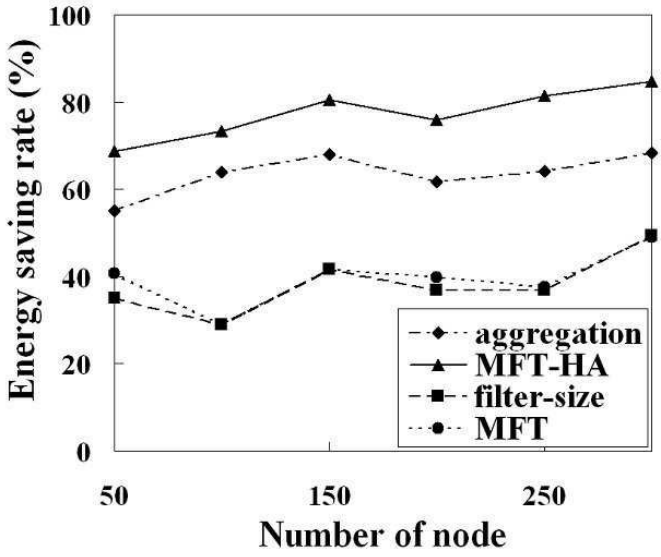
도면6

Function skyline_cluster_header( )
Input: Skyline query SQ and MFT
Output: local skyline LS_i and MFT_i
begin
01: Sort data in the buffer of CH_i in ascending order of $\sum_{j=1}^{m} p_j$
02: **for** each min($\sum_{j=1}^{m} p_j$) A_{it}
03: **if** (prod $< \prod_{j=1}^{m} p_j$)
04: prod $= \prod_{j=1}^{m} p_j$;
05: $MFT_i = A_{it}$;
06: **if** ($MFT(\sum_{j=1}^{m} p_j) > MFT_i(\sum_{j=1}^{m} p_j)$)
07: $MFT_i = MFT$;
08: **else if** ($MFT(\sum_{j=1}^{m} p_j) = MFT_i(\sum_{j=1}^{m} p_j)$ and $MFT(\prod_{j=1}^{m} p_j) < MFT_i(\prod_{j=1}^{m} p_j)$)
09: $MFT_i = MFT$;
10: send SQ with MFT_i;
11: **for** each data A_{it}
12: **for** each data l of LS_i
13: **if**(A_{it} is dominated by l or MFT) skip=true;
14: break;
15: **if** (skip is not true) insert A_{it} to LS_i;
16: Collect the local results from cluster members and the assigned headers during predefined time duration
17: aggregation(collected data and LS_i); //perform steps 1,11,12,13,14,15
end

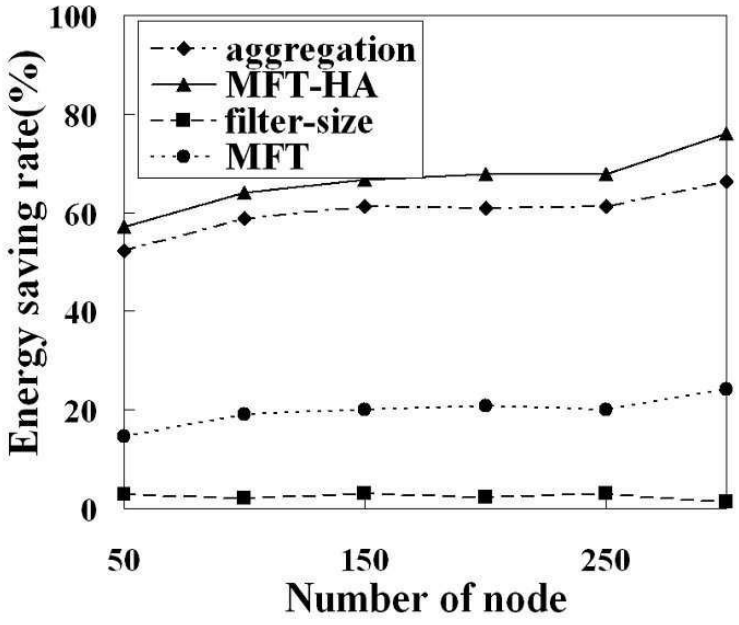
도면7



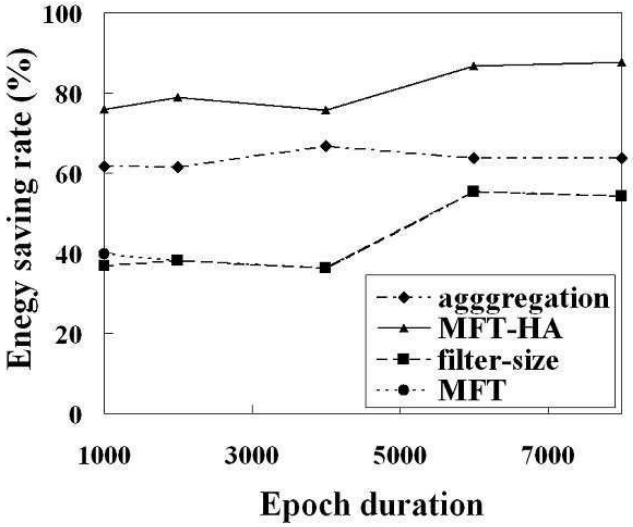
도면8a


Energy saving rate (%)
100
80
60
40
20
0
50
150
250
Number of node
aggregation
MFT-HA
filter-size
MFT

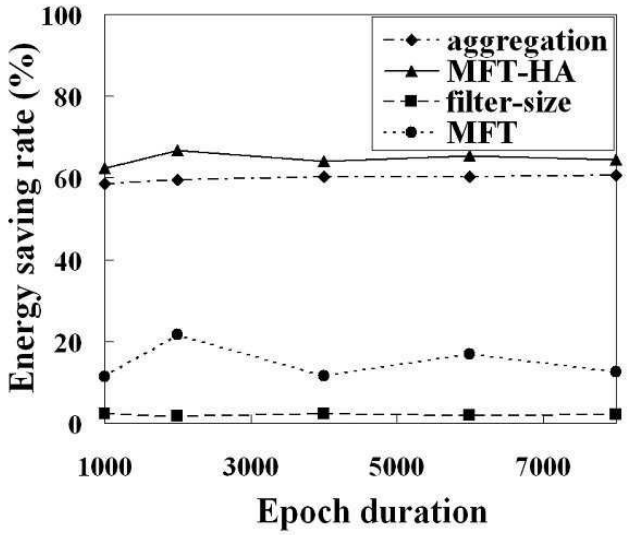
도면8b


Energy saving rate(%)
100
80
60
40
20
0
50
150
250
Number of node
aggregation
MFT-HA
filter-size
MFT

도면9a


Enegy saving rate (%)
100
80
60
40
20
0
1000
3000
5000
7000
Epoch duration
agggregation
MFT-HA
filter-size
MFT

도면9b


Energy saving rate (%)
100
80
60
40
20
0
1000
3000
5000
7000
Epoch duration
aggregation
MFT-HA
filter-size
MFT